

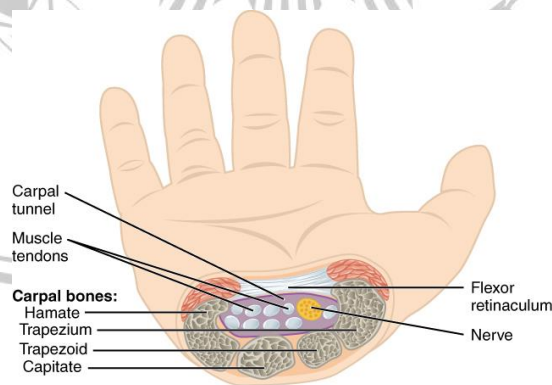
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi

1. Terowongan *Carpal*

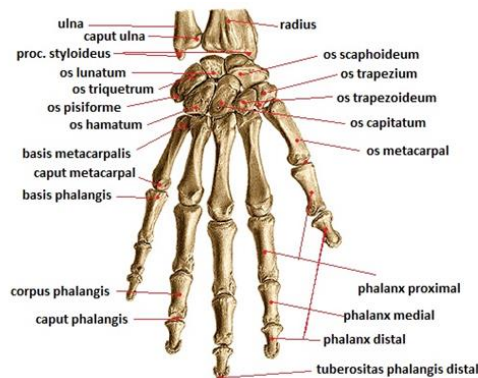
Terowongan *carpal* terdapat dibagian *distal* dari pergelangan tangan yang dibatasi dengan dinding kaku yang dibentuk oleh tulang dan sendi *carpal* serta *flexi retinaculum* yang tebal. Di bagian *dorsal* terowongan *carpal* dibatasi oleh *os radius*, *os lunatum*, *os capitatum*. Sedangkan disisi *radial* dibatasi oleh *os scapoideum*, jaringan *fibrosus* untuk terowongan *flexor carpiradialis*; *os triquetrum* dan *ligamentum pisohamatum* di sisi *ulnar*; *ligamentum carpal transversum* yang tebal membentang dari tulang *pisiform* ke *scapoid-trapezoid* disisi volar. *Carpal tunnel* atau terowongan *carpal* berisi ligamen otot *flexor digitorum superfisial* dan *profundus*, *flexor policis longus*, dan *nervus medianus* disisi *radial*. (Megerian *et al.*, 2007 dalam Mahadewa 2013)



Gambar 2.1 Anatomi *Carpal Tunnel* (Lukluaningsih, 2014)

2. Tulang-Tulang di *Carpal*

Terdapat beberapa tulang yang mengisi pada bagian telapak tangan seperti tulang *carpal*, tulang *metacarpal* dan *phalang*. Berikut ini adalah gambar dari tulang *carpal*.



Gambar 2.2 Anatomi Tulang *Carpal* (Paulsen & Waschke, 2013).

a. Tulang- Tulang *Carpal*

1) *Os Scapoideum*

Tulang ini berbentuk seperti perahu dimana diarah *ulnar* terdapat *os capitatum* dan *trapezoideum*. Dan pada bagian depan terapat suatu tonjolan yang biasa disebut *tuberositas scapoideum*.

2) *Os Lunatum*

Tulang ini berbentuk seperti bulan sabit, dimana dia memiliki permukaan konveks yang disebelahnya berada *os radius*. Tulang ini juga dikelilingi beberapa tulang lain seperti *os scapoideum* diarah *radial*, *os triquetrum* diarah *ulnar*, dan *os capitatum* diarah *distal*.

3) *Os Triquetrum*

Tulang *triquetrum* merupakan tulang yang bebentuk seperti piramida. Tulang ini mempunyai hubungan dengan tulang-tulang yang lain. Tulang *radius* di arah *proximal*. *Os lunatum* diarah *radial*,

tulang *pisiform* diarah *ulnar* dan *polar*, dan *os hamatum* diarah *distal*.

4) *Os Pisiform*

Tulang ini merupakan tulang terkecil dicarpal, dimana tulang ini seperti biji kacang dan menempel langsung pada *os triquetrum*.

5) *Os Trapesium*

Tulang ini salah satu tulang yang berhubungan dengan tulang lain, dimana diarah *polar* bersinggungan dengan *trapezoideum*, *os scapoideum* di arah *proximal*, dan tulang *metacarpal* diarah *distal*.

6) *Os Trapezoideum*

Tulang ini berbentuk seperti sepatu yang datar. Tulang ini bersinggungan dengan tulang lainnya, seperti *os trapezium* diarah *radial*, tulang *capitatum* diarah *ulnar*, tulang *metacarpal* diarah *distal*, dan tulang *scapoideum* di arah *proximal*.

7) *Os Capitatum*

Tulang ini berbentuk seperti bangunan bulat dan *caputnya* berbentuk panjang. Tulang *capitatum* bersinggungan dengan beberapa tulang. *Os trapezoideum* diarah *radial*, *scapoideum* dan *os lunatum* diarah *proximal*. *Os hamatum* diarah *ulnar*, dan *os metacarpal* diarah *distal*.

8) *Os Hamatum*

Tulang ini berbentuk palu. Dimana tulang ini dikelilingi beberapa tulang lainnya, seperti *os triquetrum* diarah *proximal*, *os radial* diarah *radial*, *metacarpal* diarah *distal*.

9) *Os Radius*

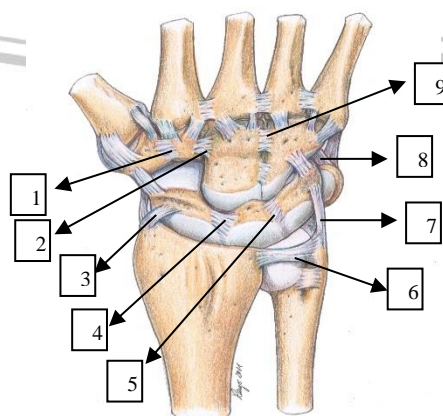
Tulang *radius* terdapat dibagian *lateral* pada lengan bawah. Bagian *proximal* tulang ini terdapat *os humerus* yang menghubungkan antara lengan bawah dan lengan atas, bagian *distal* terdapat tulang-tulang *carpal*, dan bagian *medial* terdapat *os ulna*.

10) *Os Ulna*

Tulang *ulna* merupakan tulang bagian *medial* pada lengan bawah, tulang ini bersinggungan dengan beberapa tulang, *os radius* dibagian *lateral*, *os humerus* dibagian *proximal*, tulang *carpal* di bagian *distal* (Spalteholz, 2013).

3. Ligamen

Ligamen merupakan menghubungkan tulang satu dengan tulang yang lain. Pada *wrist joint* banyak terdapat ligamen yang tersusun, ligamen yang paling umum ialah *radial collateral ligament* dimana ligamen ini memanjang dari *proccesus styloideus radius* sampai bagian *radius os scapoideum*. Dibagian *medial* terdapat *ulnar collateral ligament* yang memanjang dari *processus styloideus ulna* sampai *os triquetrum* (Spalteholz, 2013). Berikut merupakan gambar ligamen *wrist joint*.

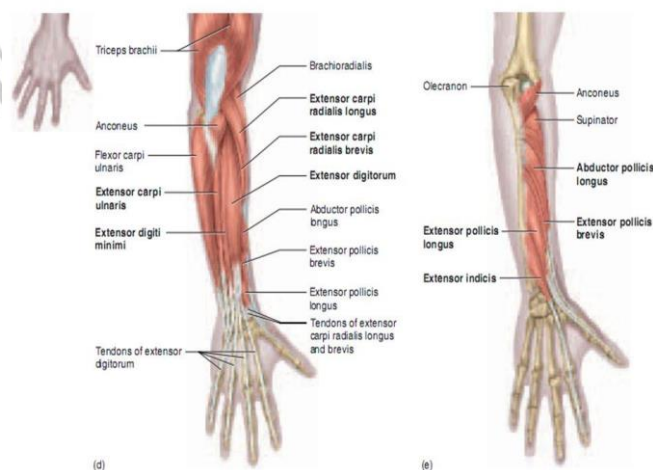


Gambar 2.3 Ligament *Wrist volar* (Langer, 2011)

Pada bagian *carpal* terdapat banyak ligamen yang mengikat 8 tulang *carpal* dimana dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian volar dan bagian distal. Pada bagian *dorsal* terdapat 5 ligamen yaitu (1) *dorsal intercarpal* ligamen, (2) *scapholunate interosseus* ligamen, (3) *Triquestrohamatum* ligamen, (4) *scapotriquetral* ligamen, (5) *dorsal radiocarpal* ligamen. Sedangkan dibagian *volar* terdapat beberapa ligamen diantara nya (1) *trapeziotrapezoid* ligamen, (2) *capitatotrapezoid* ligamen, (3) *radioscaphoid* ligamen, (4) *scapolunate* ligamen, (5) *lunatotriquetral* ligamen, (6) *radioulnar* ligamen, (7) *ulnartriquetral* ligamen, (8) *triquetrohamate* ligamen, (9) *capitatohamate* ligamen (Langer, 2011) .

4. Otot

Otot merupakan jaringan yang berfungsi sebagai stabilisasi tulang dan alat penggerak untuk manusia. Di dalam *wrist joint* terdapat banyak otot sebagai alat gerak pada tangan manusia. Beberapa otot yang terdapat pada *wrist joint origo insersio* dan beserta fungsinya. Berikut merupakan gambar dan tabel anatomi otot pada *wrist joint*.

Gambar 2.4 Anatomi Otot *Carpal* (Snell, 2012)

Tabel 2.1 Anatomi Otot (Snell, 2012)

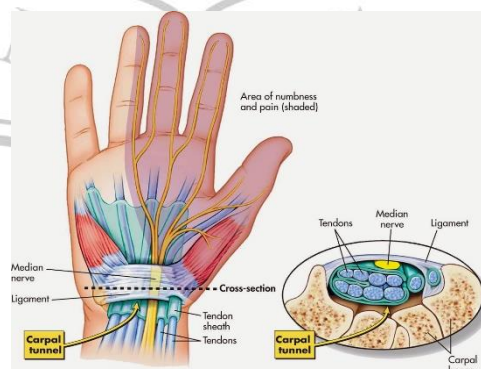
| | |
|---|---|
| 1. Otot <i>Flexor Carpi Radialis</i> | <i>Origo</i> : <i>medial epicondylus humerus</i> <i>Inersio</i> : <i>metacarpal jari 2 dan 3</i> <i>Fungsi</i> : <i>flexi dan abduksi wrist</i> <i>Nervus</i> : <i>medianus (C6-C7)</i> |
| 2. Otot <i>Flexor Digitorum Profundus</i> | <i>Origo</i> : <i>dua per tiga proximal ulna, membrane interosseous</i> <i>Inersio</i> : <i>basis phalang jari ,3,4</i> <i>Fungsi</i> : <i>flexi finger dan wrist</i> <i>Nervus</i> : <i>ulnar nerve (C8, T1), median nerve (C8, T1)</i> |
| 3. Otot <i>Pronator Teres</i> | <i>Origo</i> : <i>epicondylus mesial humeri & processus coronoideus ulna</i> <i>Inersio</i> : <i>sepertiga bagian tengah radius</i> <i>Fungsi</i> : <i>pronasi</i> <i>Nervus</i> : <i>median nerve (C7-C8)</i> |
| 4. Otot <i>Palmaris Longus</i> | <i>Origo</i> : <i>Medial epicondylus humerus</i> <i>Inersio</i> : <i>Flexor retinaculum, palmar aponeurosis</i> <i>Fungsi</i> : <i>flexi wrist</i> <i>Nervus</i> : <i>median (C7, C8)</i> |
| 5. Otot <i>Flexor Policis brevis</i> | <i>Origo</i> : <i>flexor retinaculum, tuberculum trapezium dan trapezoideum</i> <i>Inersio</i> : <i>proximal phalanx 1</i> <i>Fungsi</i> : <i>flexi metacarpophalangeal joint dan tumb</i> <i>Nerve</i> : <i>median nerve (C7-C8), ulnar nerve (C8 – T1)</i> |

5. *Nervus Medianus*

Nervus ini berasal dari *radiks lateralis* dan *radiks medialis*. *Radiks lateralis* merupakan lanjutan dari *fascikulus lateralis* dari serabut C6 dan C7, untuk *radiks medialis* merupakan lanjutan dari *fasiculus medialis* dari serabut C8 dan T1. Kedua *radiks* tersebut bergabung menjadi *nervus medianus* dibagian *lateral arteri axilaris*. *Nervus medianus* melewati *regio brachialis* mulai dari *axilla* kemudian berjalan *vertical* ke bawah bersama *arteri brachialis* pada bagian *medial* diantara otot *brachialis* dan otot

biceps. Saraf ini berjalan secara menyilang ke bagian *anterior* dari *regio brachialis* dan memasuki *fossa cubiti*. Selanjutnya *nervus* ini membuat cabang untuk *regio brachialis* saat melewati *articularis cubiti* untuk menginervasi otot *pronator teres*. *Nervus medianus* menginervasi otot-otot *flexor* di *regio anterobrachii* kecuali otot *flexor carpi radialis*. (Moore *et al.*, 2013)

Nervus medianus mempersarafi otot *flexor digitorum* dan lima otot tangan. *Nervus medianus* masuk melalui *fossa cubitalis* dari *arteri brachialis*, melintas dari *caput* otot *pronator teres*, turun melalui tengah otot *digitorum profundus* dan *superficial* dan terletak dekat *flexor retinaculum* melalui *canalis carpi* sampai ke tangan (Moore, 2013). *Canalis carpi* adalah suatu terowongan yang berada di dasar pergelangan tangan. Ukuran dari *canalis carpalis* sekitar ruas jari jempol dan terletak di *distal* pergelangan tangan dan berlanjut hingga 3 cm *regio cubiti*. *Canalis carpi* dibentuk oleh tiga sisi tulang, *os radius* dan *ulna* dibagian *proximal*, *os metacarpal* dibagian *distal* terdapat *os metacarpal* (Huldani, 2013). Berikut merupakan gambar anatomi *nervus medianus*:

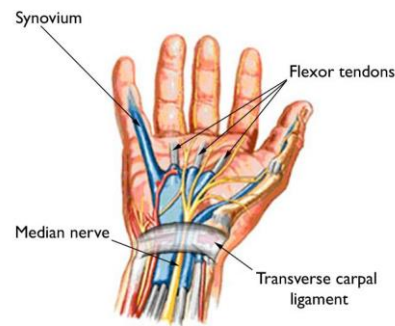


Gambar 2.5 Anatomi *Nervus Medianus* (Lukluaningsih, 2014)

Secara anatomi, *canalis carpi nervus medianus* bercabang menjadi 2 komponen, komponen *radial* menjadi cabang sensorik pada jari I dan jari II dan cabang motorik pada otot *abductor policis brevis*, otot *opponens policis*, dan otot *flexor policis brevis*. Sedangkan komponen *ulnaris* akan memberikan cabang sensorik pada jari II,III dan sisi *radial* jari keempat (Pecina *et al.*, 2001 dalam Prakoso, 2017). *Nervus medianus* terdiri dari serat 6 % motorik dan 94% sensorik. Namun walau cabang motorik hanya 6%, cabang ini sangat banyak menciptakan banyak patologi yang besar dalam beberapa kasus, salah satu nya pada kasus *carpal tunnel syndrome* (Pearce, 2009).

6. Tendon

Tendon adalah suatu jaringan lunak yang menghubungkan antara tulang dengan otot. Dalam tubuh manusia terdapat otot rangka yang berfungsi untuk menggerakkan tulang, sehingga manusia bisa bergerak. Pergerakan manusia itu diakibatkan oleh otot mengalami kontraksi dan tendon lah yang menarik tulang, sehingga terjadi gerakan (Hadi, 2014). Pada *wrist joint* terdapat beberapa tendon *flexor*. *Tendon flexor* ini berjalan beriringan dengan *nervus medianus* masuk kedalam terowongan carpal melewati *flexor retinaculum* (*ligament transversal carpal*). Pada terowongan ini tendon terpisah untuk masing-masing tendon pada jari manusia (Pearce, 2009).



Gambar 2.6 Anatomi Tendon (Spalteholz, 2013)

Tendon flexor pollicis longus masuk melalui *retinaculum flexor* dengan selubung tendon. Selubung tendon ini berfungsi sebagai pelindung dan juga sebagai lubrikasi pada permukaan *synovial*, sehingga tendon dapat bergerak bebas pada *wrist joint*. Sarung tendon terbentuk dari *parietal* dan *visceral* dan menghasilkan suatu cairan *synovium* yang berfungsi pelicin tendon dan memberikan nutrisi pada tendon (Werthel, 2014).

7. Persendian pada tangan

a) *Carpometacarpal joint*

Sendi ini terbentuk oleh tulang *carpal* bagian *distal* dan lima tulang *metacarpal*. Persendian ini dilingkupi oleh *cavitas* yang terdapat pada *metacarpal* dengan bagian *distal* tulang *carpal*. Persendian II,III,IV adalah sendi yang berbentuk datar, sedangkan sendi V merupakan sendi *biaksial*. Sendi ini diperkuat ligamen longitudinal dan ligamen transversal. Metacarpal IV dan V adalah tulang *metacarpal* yang paling *mobile* (Lippert, 2011).

b) *Metacarpophalangeal joint*

Sendi ini terbentuk dari *os metacarpal* dan *os phalang*, jenis sendinya *condiloid biaksial* dimana setiap *os metacarpal* berbentuk

konveks sedangkan *phalanges proximal* terbentuk konkav. Sendi ini diperkuat oleh ligamen *volar* serta ligamen *lateral* dan *medial* (Lippert, 2011).

8. Biomekanika *Wrist Joint*

Menurut Edmond (2006) dalam Atin (2015), gerakan *arthrokinematik* di *wrist joint* meliputi gerak *traksi* dan *translasi*. gerakan *traksi ossa carpal* kearah *distal* searah dengan *axis* pada tulang *radius*, sedangkan gerakan *translasi* selalu berlawanan arah, *translasi palmar flexi* kearah *dorsal*, saat *dorsal flexi* kearah *palmar*, dan *translasi* kearah *radial* saat *ulnar deviasi* dan *translasi* ke *ulnar* saat *radial deviation*. *Wrist joint* adalah sendi yang dapat digerakkan secara maksimal pada *ulnar deviasi* 5 derajat dan *palmar flexi* 5 derajat. Sedangkan saat *dorso flexi* sendi akan mengunci maksimal. Pada *wrist joint* dimana terdapat pola kapsuler *extensi* terbatas dibandingkan dengan *flexi*.

Metacarpalphalangeal (MCP) merupakan sendi dengan sendi *metacarpal* sebagai dasar dibagian *proximal* dan tulang *phalanges* yang memiliki permukaan yang cekung sehingga dapat melakukan gerakan mengepal. Pada sendi ini terdapat beberapa gerakan yang dapat dilakukan seperti gerakan *flexi*, *ekstensi*, *abduksi*, *adduksi*, dan *hiperextensi* (Lippert, 2011). Pada *wrist joint* terdapat gerakan seperti *flexi* dan *ekstensi* dimana jika dilakukan secara berulang dapat meningkatkan resiko terjadinya CTS. Menurut penelitian penekanan pada pergelangan tangan dan gerakan yang berulang meningkatkan resiko dua kali lipat menyebabkan *carpal tunnel syndrome* (Barcenilla *et al.*, 2011).

B. *Carpal Tunnel Syndrome*

1. Definisi *Carpal Tunnel Syndrome*

Carpal tunnel syndrome atau yang dikenal sebagai *Tardy Median Nerve palsy* merupakan salah satu penyakit yang paling sering mengenai *nervus medianus* tepatnya di bawah *flexor retinakulum* dikarenakan tekanan/jebakan (*entrapment neuropathy*). Menurut Peffer *et al* (1988), beliau menjelaskan sejarah *Carpal tunnel syndrome* pertama kali dikenal sebagai suatu sindroma klinik pada tahun 1854 oleh Sir James Paget pada kasus stadium lanjut *fraktur radius* bagian *distal*. *Carpal tunnel syndrome* spontan pertama kali dilaporkan oleh Pierre Marie dan C. Foix pada tahun 1913. Sindroma ini juga disebut dengan nama *acroparesthesia*, *median thenar neuritis* atau *partial thenar atrophy*. (Megerian *et al.*, 2007 dalam Mahadewa, 2013).

Carpal tunnel syndrome merupakan suatu penyakit karena adanya peningkatan tekanan pada terowongan *carpal* yang dibatasi oleh tulang dan *ligament* yang kaku yang menyebabkan *nervus medianus* terjepit (Amitamara, 2015). *Carpal tunnel syndrome* menyebabkan terganggunya motorik dan sensorik dikarenakan *nervus* mengalami gangguan di terowongan *carpal* yang menyebabkan penekanan, menimbulkan tarikan, pendarah, dan gejala neurologis lainnya (Kisner & Colby, 2014). *Carpal tunnel syndrome* merupakan gangguan *neuropati* disebabkan karena pekerjaan dengan menggunakan gerakan tangan yang berulang-ulang posisi yang sama dalam waktu yang lama (Bahrudin, 2016). Selain itu terdapat beberapa faktor lain yang menyebabkan terjadinya *carpal tunnel syndrome*

yaitu tekanan pada otot, suhu, getaran, dan postur kerja yang tidak ergonomis. Tanda dan gejala yang ditemukan biasanya terjadi *distesi hipotesia* pada jari I,II,III. Biasanya keluhan itu akan meningkat saat pasien melakukan gerakan menekuk tangan (*flexi*) secara paksa dan berlangsung lama (Lukman *et al.*, 2009).

Pekerjaan yang menggunakan tangan memiliki resiko yang lebih besar menyebabkan *carpal tunnel syndrome*. Salah satunya pemerah susu, dimana mereka melakukan gerakan yang berulang, maka jaringan lunak pada otot akan menerima tekanan karena pemerah susu dan karena dilakukan dalam waktu yang lama, maka akan menyebabkan nyeri otot yang menetap (Tarwaka *et al.*, 2004 dalam Bahrudin, 2016).

2. Etiologi

CTS terjadi karena penyempitan pada ruang *tunnel* atau dikarenakan kelemahan pada saraf *medianus*. Gerakan yang berulang pada pergelangan tangan merupakan faktor terbesar yang memicu terjadinya CTS. Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa tekanan yang tinggi pada pergelangan tangan dan pengulangan yang banyak beresiko 5,6% menyebabkan CTS dibandingkan dengan gerakan yang pengulangan yang rendah pada tangan sekitar 0,6 % (Aroori, 2007 dalam Sultana,2017). Kondisi hamil juga merupakan salah satu faktor resiko terjadinya CTS, biasanya pada trimester III dan terjadi dikedua tangan (Bahrami *et al.*, 2005 dalam Bachrudin, 2011). Selain itu juga posisi tangan yang tidak ergonomis dapat memicu terjadinya CTS, posisi supinasi 90⁰ dengan MCP

(*Metacarpophalangeal*) lebih beresiko daripada posisi pronasi 45^0 dan fleksi MCP 45^0 . Posisi yang tidak ergonomis menyebabkan perubahan pada tendon yang dapat meningkatkan volume tekanan pada terowongan *carpal* (Bachrudin, 2011).

Selain itu terdapat beberapa penyebab terjadinya *carpal tunnel syndrome*, yaitu (1) trauma langsung pada *carpal tunnel syndrome* seperti *colles fracture* dan *edema* akibat trauma. (2) tumor yang menekan *carpal tunnel* seperti kista ganglion, gout, tuberkulosis. *Osteofit* sendi karena degenerasi. (3) kelainan sistemik seperti obesitas, diabetes melitus. disfungsi teroid, DII (Saifuddin, 2015).

3. Patofisiologi

Carpal tunnel syndrome sebagian besar dikarenakan kompresi pada *carpal tunnel*. *carpal tunnel* diisi oleh sembilan tendon *flexor* dan saraf *medianus*. Sebelum masuk ke *carpal tunnel*, cabang yang menginervasi *palmar cutaneus* membawa serabut sensorik untuk otot *thenar*. Setelah dari area *carpal tunnel*, cabang tersebut menginervasi otot *abductor pollicis longus*, *m lumbrical* I dan II, dan *m opponens pollicis* serta *m flexor pollicis brevis* (Pasnoor dan Dimachkie, 2011). Cabang yang lain menginervasi jari I, II, III, dan setengah jari IV. Maka dari itu *carpal tunnel syndrome* menyebabkan gangguan motorik dan sensorik pada *palmar*, *phalange* I, II, III serta *lateral phalange* IV (Atin, 2015).

Banyak teori yang menjelaskan tentang terjadinya *carpal tunnel syndrome*, yaitu *mechanical compression*, *microvascular insufficiency*, dan

vibration theories. Menurut teori *mechanical compression* faktor penyebab CTS adalah *strain* dan *overuse* yang menyebabkan penekanan pada saraf *medianus*. Menurut teori *microvascular insufficiency* bahwa kurangnya asupan darah yang berisi nutrisi dan oksigen untuk saraf menyebabkan menurunnya transmisi. Gejala yang biasanya dirasakan seperti *tingling*, *numbness*, dan *pain*. Berdasarkan penelitian sebelumnya, *iskemik* menyebabkan tekanan pada *carpal tunnel* menjadi meningkat sehingga menimbulkan kelemahan pada otot yang diinervasi dan berkurangnya sensibilitas serta terasa nyeri dan *paresthesia*. Teori yang terakhir adalah *vibration theory*, menyebutkan bahwa cts disebabkan efek dari penggunaan alat yang menimbulkan getaran dalam jangka panjang (Aroori dan Spence, 2007 dalam Atin, 2015).

4. Tanda dan Gejala

Tahap awal terjadinya *carpal tunnel syndrome* yaitu gangguan sensorik, gejala awalnya berupa *parastesia*, *numbness*, *tingling* pada jari I,II,III dan setengah sisi *radial* jari 4 sesuai dengan sesorik yang diinervasi oleh *nervus medianus*. Sedangkan untuk gangguan motorik biasanya terjadi pada keadaan berat. Pada pasien *carpal tunnel syndrome* akut biasanya terdapat nyeri, bengkak, gerak jari menurun. Pada pasien kronis gejala mempunyai gejala disfungsi sensorik dan kehilangan motorik (Bahrudin, 2016).

Nyeri merupakan salah satu gejala yang paling dirasakan dimalam hari, sehingga mengganggu tidur. Nyeri biasanya berkurang saat pasien memijat ataupun menggerak-gerakkan tangannya dan meletakkan

tangannya pada posisi yang tinggi. Selain itu juga nyeri akan berkurang saat mengistirahatkan tangannya (Ansari, 2009). Beberapa penelitian menjelaskan bahwa nyeri yang dialami pasien CTS pada malam hari diakibatkan *numbness* yang sangat intens dan menyakitnya, sehingga digambarkan nyeri yang sangat menyakitkan oleh pasien (Duckworth, 2013).

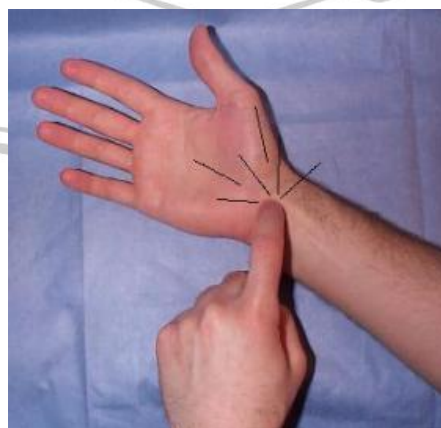
Saat pasien mengalami *carpal tunnel syndrome* dalam waktu yang lama jika jari tidak digerakkan jari menjadi kurang terampil pada motorik halus. Kelemahan pada tangan pun sering dikeluhkan adanya kesulitan penderita saat menggenggam. Pada tahap lanjut juga dijumpai *atrofi* otot-otot *thenar* (*Oppones policis* dan *abductor pollicis brevis*) dan otot lainnya (Huldani, 2013).

5. Pemeriksaan spesifik

Terdapat beberapa tes yang dilakukan untuk menegakkan diagnosa *carpal tunnel syndrome* (Park *et al.*, 2019):

a. *Tinnel* Tes

Berikut gambar pemeriksaan *tinel test*:

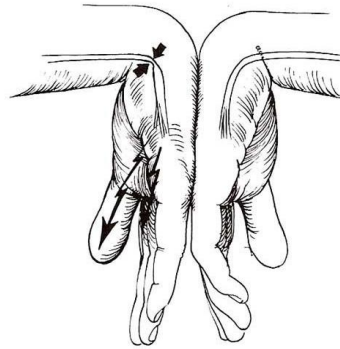


Gambar 2.7 *Tinel* Test (Almasi *et al.*, 2016)

Tes ini dilakukan dengan memberikan perkusi pada terowongan *carpal* dengan posisi *dorsoflexi*, positif jika terdapat nyeri atau *parastesia* pada jari I,II,III (Huldani, 2013).

b. *Phalen Test*.

Berikut adalah gambar pemeriksaan *phalen test*:

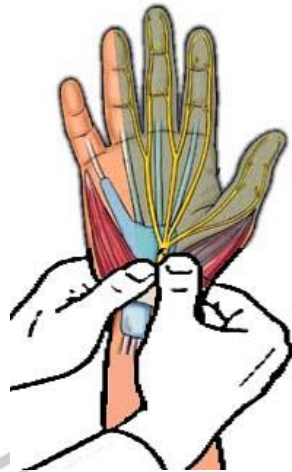


Gambar 2.8 *Phalen Test* (Almasi *et al.*, 2014)

Tes ini dilakukan dengan pasien diminta untuk *flexi* secara maksimal. Bila dalam waktu 60 detik timbul kelas, nyeri menjalar ataupun *parastesia* pada jari maka positif terjadi *carpal tunnel syndrome*. Beberapa penulis menjelaskan bahwa tes ini adalah tes yang sangat sensitif untuk menegakkan diagnose *carpal tunnel syndrome* (Huldani, 2013).

c. *Pressure Tes / Median Nerve Compression Test*

Berikut ini adalah gambar dari pemeriksaan *pressure test* :



Gambar 2.9 *Pressure Test* (Almasi *et al.*, 2014)

Berikan penekanan pada pergelangan tangan, dimana nervus *medianus* tertekan menggunakan ibu jari. Jika kurang dari 30 detik timbul gejala CTS, maka tes positif (Almasi *et al.*, 2018).

6. Klasifikasi *carpal tunnel syndrome*

Menurut Asworth (2009) *carpal tunnel syndrome* diklasifikasikan menjadi 3 level, yaitu:

a. Level 1 (Ringan)

Pada level 1/ level ringan *parastesia* dan nyeri yang dirasakan dapat berkurang saat istirahat atau pijat, tidak terdeteksi terdapat kerusakan syaraf.

b. Level 2 (Sedang)

Pada level ini gejala yang dirasakan lebih intensif, dari tes yang dilakukan menandakan terjadi kerusakan saraf.

c. Level 3 (Berat)

Gejala yang dirasakan lebih parah, nyeri yang dirasakan lebih konstan. Untuk level ini biasanya dokter lebih menyarankan untuk

imobilisasi total atau pembedahan untuk mengurangi tekanan pada sarafnya.

7. Diagnosa banding

Terdapat beberapa kasus yang memiliki gejala hampir sama dengan *carpal tunnel syndrome* dan merupakan diagnosa banding CTS, yaitu:

a. *De quervain's syndrome*

De' quervain's syndrome adalah peradangan pada tendon otot *abductor policis longus* dan *ekstensor policis longus*, kasus ini biasanya dikarenakan gerakan berulang. Gejala yang timbul karena penyakit ini adalah rasa nyeri dan nyeri tekan pada pergelangan tangan yang dekat dengan ibu jari. Tes untuk kasus ini ialah *finkelstein's test* yaitu dengan pasien menggenggam ibu jari menggunakan jari yang lain dan melakukan gerakan *ulnar deviasi*, positif jika nyeri bertambah (Huldani, 2013).

b. *Trigger finger*

Trigger finger adalah inflamasi pada selubung *retinaculum* sehingga menyebabkan penyempitan dan penebalan pada selubung tendon *retinaculum*. Pada kasus ini menyebabkan adanya nyeri, *cliking* saat jari *flexi* dan *ekstensi*, serta *locking* pada jari (Fauzi, 2015).

c. *Cervical radiculopathy*

Cervical radiculopathy adalah suatu *syndrome* yang dikarenakan penjepitan atau iritasi pada saraf yang terdapat pada *cervical*. Pada

kasus ini dapat menyebabkan nyeri menjalar ke bahu, kelemahan otot dan mati rasa pada bagian lengan hingga ke tangan (Huldani, 2013).

d. *Pronator teres syndrome*

Pronator teres syndrome adalah suatu *syndrome* yang dikarenakan tekanan pada *nervus medianus* dikarenakan oleh otot *pronator teres* sehingga menimbulkan nyeri. Nyeri pada *syndrome* ini akan meningkat saat gerakan *flexi* pada *elbow* (Atin, 2015).

8. Faktor Resiko

a. Faktor personal

1) Jenis Kelamin

Carpal tunnel syndrome cenderung lebih banyak dirasakan oleh wanita, salah satu faktornya yaitu menopause, dimana hal ini dikarenakan terdapat komponen hormonal yang menyebabkan struktur pergelangan tangan membesar dan menekan saraf (Ashworth, 2009). Selain itu kehamilan juga dapat menyebabkan CTS, dikarenakan retensi cairan selama kehamilan, yang menyebabkan tekanan pada *carpal tunnel*.

Pada beberapa wanita hamil mereka tidak merasakan nyeri saat kehamilan, namun mereka merasakan nyeri saat menyusui. Saat fase menyusui dapat menurunkan kadar steroid alami, yang meningkatkan resiko terjadinya peradangan (Santana, 2015).

2) Obesitas

Body massa indeks merupakan salah satu faktor resiko pada CTS, karena semakin besar BMI, maka semakin besarnya tekanan

pada *nervus medianus*. Menurut *study* sebelumnya dijelaskan seseorang yang memiliki BMI > 29 memiliki 2,5 lebih risiko terkena *carpal tunnel syndrome* (Helmi, 2012).

3) Riwayat Penyakit (Rheumatoid Arthritis)

Beberapa penyakit menyebabkan terjadinya CTS, yaitu *rheumatoid arthritis*. Pada *rheumatoid arthritis* terdapat penjepitan saraf dikarenakan perubahan bentuk pada pergelangan tangan. Pada pasien RA gejala yang ditimbulkan adalah kesemutan dan rasa baal biasanya terjadi pada pagi hari (Fitriani, 2012).

b. Faktor Pekerjaan

1) Masa Kerja

Peningkatan masa kerja pada tangan dikarenakan gerakan yang berulang dalam waktu yang lama dapat meningkatkan risiko terjadinya *carpal tunnel syndrome* (Ali, 2006 dalam Nurqotimah *et al.*, 2010). Semakin sering *flexi/ ekstensi* dalam waktu lama dapat meningkatkan risiko terjadinya CTS. Pengembangan terjadinya *carpal tunnel syndrome* dapat terjadi pada pekerja yang sudah bekerja lebih dari 4 tahun (Nurqotimah *et al.*, 2010).

2) Durasi Kerja

Menurut Nurqotimah, *et al* 2010 menjelaskan terdapat hubungan durasi kerja dengan kejadian *carpal tunnel syndrome*. Pada beberapa survei mengatakan bahwa aktifitas gerakan berulang pada tangan saat dalam keadaan bekerja lebih dari 4 jam setiap hari dapat meningkatkan resiko gejala, sedangkan aktifitas

menggenggam lebih dari 3 jam 20 menit sangat memiliki resiko terjadinya *carpal tunnel syndrome* (Fitriani, 2012)

3) Sikap Kerja

Posisi tangan yang tidak ergonomis pada bahu, lengan, dan pergelangan dalam jangka waktu lama menyebabkan peradangan pada otot, saraf, ataupun keduanya. Pembengkakan dapat menyebabkan penekanan pada saraf medianus menyebabkan *carpal tunnel syndrome*. Selain posisi tangan yang tidak ergonomis, gerakan berulang juga menyebabkan risiko terjadinya CTS dikarenakan peningkatan frekuensinya (Mallapiang, 2015).

Ketidaksesuaian antara manusia dan alat akan menyebabkan kelelahan dan menyebabkan keluhan yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Posisi tubuh yang tidak ergonomis dalam waktu lama dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Agustin, 2012).

C. Nyeri

Nyeri merupakan rasa tidak nyaman bagi seseorang dimana rasa tersebut menjadi suatu alarm dalam tubuh apabila terdapat suatu kerusakan. Menurut *The International Association For The Study Of Pain* menjelaskan bahwa nyeri merupakan pengalaman yang tidak nyaman pada sensorik dan emosional diakibatkan adanya kerusakan jaringan atau terdapat potensi adanya kerusakan. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa, nyeri terjadi karena suatu kerusakan, nyeri merupakan pengalaman rasa emosional yang tidak menyenangkan, dan nyeri terjadi karena tidak keseimbangan aktivitas *suppressor* dibandingkan aktivitas *depressor* (Bachrudin, 2018).

Umumnya nyeri dibagi menjadi dua yaitu nyeri akut dan nyeri kronis. Nyeri akut adalah nyeri yang dirasakan mendadak atau baru saja dialami dalam waktu kurang dari 6 bulan, sedangkan nyeri kronis merupakan nyeri yang dirasakan secara perlahan dalam waktu yang panjang atau lebih dari enam bulan. Sedangkan jika dilihat dari durasinya nyeri akut adalah nyeri yang baru saja terjadi dan nyeri kronis terjadi sejak lama biasanya lebih dari tiga bulan (Bachrudin, 2018). Menurut Bahrudin (2016) nyeri dibagi menurut asalnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Nyeri *nosiseptor* disebabkan oleh stimulasi langsung pada reseptor dengan cara mekanis melalui rangsangan kimia. Nyeri *nosiseptor* dibagi menjadi nyeri *somatik* dan nyeri *visceral*. Nyeri *somatik* adalah nyeri yang disebabkan karena adanya peradangan atau inflamasi, sedangkan nyeri *visceral* disebabkan oleh stimulasi pada sistem saraf otonom.
2. Nyeri *neuropati* adalah suatu nyeri yang dikarenakan cedera pada saraf *upper motor neuron* atau *lower motor neuron*, biasanya nyeri yang dirasakan itu seperti menusuk, panas, seperti disengat listrik.

Alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur intensitas nyeri cukup banyak, seperti *visual analog scale*, *numeric rating scale*, *questionnaire*, dll. Pada penelitian ini peneliti menggunakan instrument penelitian *Boston questionnaire carpal tunnel syndrome* yang telah diuji reabilitas dan validitas nya. Kuesioner ini mempunyai dua skala, yaitu skala keparahan / *symptom severity scale* (SSS) dan *functional status scale* (FMS). *Symptom severity scale* memiliki 11 pertanyaan dengan menggunakan lima poin skor untuk skala penilaian. Sedangkan untuk *functional status scale* (FMS) terdiri dari 8

pertanyaan dengan menggunakan lima poin untuk skor penilaian (Hassankhani *et al.*, 2017). Peneliti hanya menggunakan *symptom severity scale* untuk mengukur intrnsitas nyeri yang dirasakan oleh pasien. Peneliti menggunakan kuisioner ini karena *relative* mudah dan murah. Selain itu disesuaikan dengan responden. Berikut gambar dari *Boston questionnaire carpal tunnel syndrome*:

Tabel 2.2 *Boston questionnaire carpal tunnel syndrome* (Ball *et al.*, 2011)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1. How severe is the hand or wrist pain that you have at night? | Normal | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 2. How often did hand or wrist pain wake you up during a typical night in the past two weeks? | Normal | Once | 2 to 3 times | 4 to 5 times | More than 5 times |
| 3. Do you typically have pain in your hand or wrist during the daytime? | No pain | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 4. How often do you have hand or wrist pain during daytime? | Normal | 1-2 times / day | 3-5 times / day | More than 5 times | Continued |
| 5. How long on average does an episode of pain last during the daytime? | Normal | <10minutes | 10-60 Continued | >60minutes | Continued |
| 6. Do you have numbness (loss of sensation) in your hand? | Normal | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 7. Do you have weakness in your hand or wrist? | Normal | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 8. Do you have tingling sensations in your hand? | Normal | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 9. How severe is numbness (loss of sensation) or tingling at night? | Normal | Slight | Medium | Severe | Very serious |
| 10. How often did hand numbness or tingling wake you up during a typical night during the past two weeks? | Normal | Once | 2 to 3 times | 4 to 5 times | More than 5 times |
| 11. Do you have difficulty with the grasping and use of small objects such as keys or pens? | Without difficulty | Little difficulty | Moderately difficulty | Very difficulty | Very difficult |

Tabel 2.3 Keterangan *Boston questionnaire carpal tunnel syndrome* (Ball *et al.*, 2011)

| | |
|---------|--------------------|
| 0 – 11 | Tanpa gejala |
| 12 – 22 | Nyeri ringan |
| 23 – 33 | Nyeri sedang |
| 34 – 44 | Nyeri berat |
| 45 – 55 | Nyeri sangat berat |

D. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation

1. Definisi

TENS berawal dari laporan Scribonius Largus mengenai stimulasi listrik untuk mengontrol nyeri yang digunakan di Yunani Kuno. Scribonius Largus melaporkan rasa sakit berkurang setelah berdiri pada ikan listrik. Pada tahun 1965 oleh Melzack dan Wall mengusulkan tiga mekanisme analgesik. Mereka mengusulkan agar menghambat aktivitas aferen ke otak, menghambat eferen yang turun dari otak dan menstimulasi A δ dan C untuk pelepasan *endorphin* (Jones, 2009)

TENS adalah suatu arus listrik yang terdapat pada modalitas *electrical stimulation* untuk merangsang saraf agar nyeri berkurang. Modalitas ini dilengkapi elektroda untuk menyalurkan arus listrik pada daerah yang mengalami nyeri. Pada saat pengaplikasian TENS terasa rasa tertusuk dibawah kulit. Sinyal TENS berfungsi mengganggu sinyal nyeri dengan merangsang saraf dan memblokir sinyal nyeri sehingga nyeri berkurang (Bedwell, 2011).

2. Indikasi dan Kontraindikasi

TENS memiliki beberapa kontraindikasi yaitu (1) Tidak boleh diberikan pada seseorang yang memiliki penyakit *epilepsy*, (2) wanita pada trimester pertama yang ditempatkan didekat rahim karena dapat mempengaruhi perkembangan janin dan beresiko menginduksi persalinan, namun jika digunakan untuk mengurangi nyeri punggung masih diperkenankan. (3) diberikan kepada pasien dengan alat pacu jantung karena

medan listrik yang dihasilkan oleh TENS dapat mengganggu perangkat listrik (Jones, 2009).

Sedangkan indikasi dari TENS yaitu digunakan pada kondisi nyeri *neurogenic*, nyeri musculoskeletal, nyeri psikogenik, nyeri yang berhubungan dengan sindroma sensorik dan sindrom kompresi *neurovaskuler* (Kaye, 2013).

3. Pengaruh Fisiologi

Saraf memiliki dua bentuk serabut, yaitu serabut A β dan serabut A δ dan C. A β memiliki diameter besar namun ambang aktivasi nya rendah terhadap rangsangan listrik, berbeda dengan A δ dan C yang memiliki diameter kecil namun memiliki ambang aktivasi yang tinggi terhadap rangsangan listrik. Aplikasi TENS menstimulasi sensorik dan meningkatkan impuls yang dihasilkan dari serabut A β yang memiliki diameter besar. Impuls ini akan naik ke dalam *dorsal horn* pada *spinal cord* dan mengaktivasi sel interneuron pada *substantia gelatinosa* sehingga terjadi peningkatan control dari presinaps sehingga menyebabkan gerbang menutup dan menghambat transmisi dari jalur aferen yang dihasilkan oleh serabut saraf A δ dan C, sehingga pesan nyeri yang dibawa oleh serabut saraf A δ dan C tidak ditransmisikan dan tidak pernah mencapai pusat sensorik. Dari mekanisme tersebut nyeri yang dirasakan pasien berkurang (Prentice, 2002 dalam Jones, 2009).

Menurut Castel seorang penemu opioid endogen pada tahun 1970, beliau mengusulkan suatu teori bahwa peningkatan aktivitas saraf pada jalur aferen primer A β dan A δ dapat memicu pelepasan *enkephalin* interneuron

pada dorsal horn. Mekanisme ini akan menghambat transmisi sinaps $A\delta$ dan C pada *afferent pathways*. Pelepasan *enkephalin* pada dorsal horn akan di transmisikan melalui traktus *spinoencephalic* dan mengaktifkan *periaqueductal gray* pada *mesencephalon*. *Periaqueductal gray* akan merangsang *raphe nucleus* pada *pons* di batang otak untuk mengirimkan impuls pada dorsolateral traktus sehingga serotonin relase dan mengakibatkan pelepasan norepinefrin untuk menghambat transmisi nyeri yang dibawa oleh $A\delta$ dan C.

4. Aplikasi

Berikut ini merupakan teknik pemasangan elektroda TENS:



2.9 Intervensi TENS (Tabatai *et al.*, 2016)

Pengaplikasian TENS pada kasus *carpal tunnel syndrome* yaitu dengan menggunakan dua elektroda, yaitu dengan menempelkan elektroda pada posisi satu elektroda ditempatkan pada *ligamentum carpal* dan satu elektroda ditempatkan pada 10 cm di atasnya. Intervensi dilakukan selama 20 menit, seminggu dilakukan tiga kali, dengan frekuensi 80-100 Hz, dengan intensitas sesuai kemampuan pasien. Intervensi ini menggunakan *high frekuensi* dikarenakan agar mendapat efek *opioid endogen* dan menstimulasi serabut sensorik (Koca *et al.*, 2014).

B. *Neurodynamic Mobilization*

1. Definisi

Neurodynamic mobilization (NDM) adalah suatu manual terapi yang berfokus pada fisiologi dan mekanik dari sistem saraf. NDM menggunakan teknik *tensioners* dan *sliding*. Teknik *sliding* merupakan teknik *neurodynamic* yang menggunakan pergerakan tubuh untuk menggerakkan saraf dalam arah yang sama (Nugraha, 2019). Pada teknik ini menghasilkan pergeseran antara struktur saraf dan jaringan non saraf yang berdekatan agar tidak terjadi provokasi (Wang *et al.*, 2015). Teknik ini efektif diberikan pada permasalahan yang fokus utamanya adalah nyeri, karena dengan menggunakan metode ini memungkinkan untuk *drainase* saraf dan meningkatkan aliran *axoplasmatic* dengan gerakan *osilosi*. Selain itu metode ini dapat mencegah terjadinya tekanan *intraneural* yang dapat menekan saraf dan mengurangi irigasi saraf (Santana *et al.*, 2015). Sedangkan untuk teknik *tensioner* merupakan teknik yang menggerakkan struktur saraf ke arah yang berlawanan. Teknik ini efektif diberikan untuk permasalahan yang berfokus pada *flexibilitas* saraf dan nyeri (Nugraha, 2019).

Indikasi dari *neurodynamic mobilization* adalah gejala-gejala neuropathy sensitization. Sedangkan untuk kontraindikasi yaitu infeksi akut, lesi *cauda equina* dan cedera pada *spinal cord* (Santana, 2015).

2. Pengaruh Fisiologi

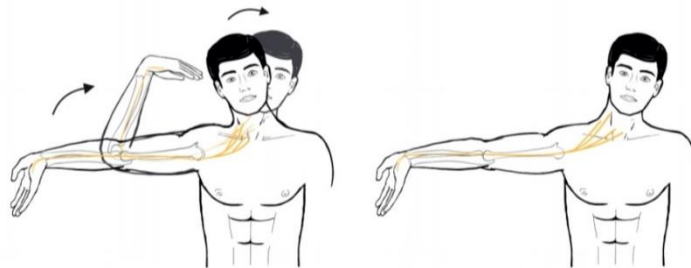
NDM digunakan untuk meningkatkan *transport aksonal*, meningkatkan konduksi saraf, dan mengurangi tekanan yang ada di dalam

saraf, sehingga menghasilkan peningkatan aliran darah ke saraf. Peningkatan aliran darah dapat mendorong *regenerasi* dan penyembuhan saraf yang terluka. Sebuah studi menjelaskan bahwa peregangan pada *akson* dapat mempercepat laju *transport aksonal* dan pertumbuhan *neuron* (Wang *et al.*, 2015).

Teknik sliding berfokus pada inflamasi dan edema, karena saat melakukan Gerakan tersebut akan membantu drainase pada pembuluh darah sehingga mediator inflamasi (zat p) dan protein akan menurun dan edema berkurang. Saat edema berkurang maka transport aksonal akan kembali lancar dan efek dari mekanosensitiviti pada saraf akan berkurang (Nugraha, 2019). Sedangkan teknik tension lebih focus pada regenerasi saraf dan fleksibilitas saraf. Gerakan peregangan yang dilakukan pada teknik ini akan menstimulasi sel scwan yang berfungsi untuk memberikan nutrisi dan memperbaiki mielin. Saat sel scwan distimulasi maka akan menyebabkan perpanjangan pada sel tersebut. Sel scwan memiliki kandungan nutrisi yang sangat banyak, sehingga jika sel tersebut semakin panjang, maka nutrisi yang ada didalamnya akan semakin banyak. Sehingga saraf akan cepat mengalami regenerasi. Selain regenerasi saraf, Gerakan ini akan meningkatkan fleksibilitas saraf yang bertujuan untuk memutus rantai pembentukan fibrosis/jaringan ikat pada saraf, sehingga tidak terjadi tekanan kembalipada saraf yang akan menyebabkan terjadinya edema berulang (Wolny *et al.*, 2018)

3. Aplikasi

Neurodynamic mobilization pada saraf *medianus* bisa dilakukan dengan dua gerakan sesuai dengan teknik pada metode tersebut. Berikut merupakan gambar penatalaksanaan *neurodynamic mobilization*:



Gambar 2.10 *Neurodynamic Mobilization*
(Sumber: Santana *et al.*, 2015)

Pada teknik *tension* menggerakkan tangan dan leher secara berlawanan, yaitu dengan posisi tangan *abduksi shoulder*, *elbow supinasi*, *wrist* dalam keadaan *dorso flexi*, sedangkan leher dalam keadaan *lateral flexi* kearah berlawanan. Gerakan ini dilakukan secara perlahan. Pada teknik *sliding* berkebalikan dari teknik sebelumnya, yaitu dengan posisi tangan *abduksi shoulder*, *elbow* dalam posisi *flexi* dan *supinasi*, *wrist* posisi *palmar flexi*. Sedangkan posisi kepala *lateral flexi* kearah tangan. Gerakan tersebut dilakukan dengan kepala akan bergerak dalam waktu yang sama secara *ipsilateral* (Santana *et al.*, 2015). Dilakukan sebanyak 20 kali (gerakan pertama 10, gerakan kedua 10) dilakukan sebanyak 3 kali dengan interval istirahat 15 detik (Wolny *et al.*, 2019).